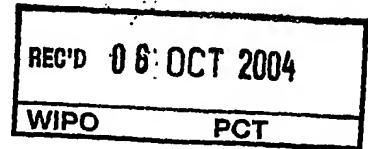


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



PCT/EP200 4 / 0 0 8 6 1 6

(16. 09. 2004)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 37 413.2

Anmeldetag: 14. August 2003

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Regulierung des Kühlmittelflusses
mit einem Heizungsabsperrentil

IPC: F 01 P, G 05 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. August 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

A 9161
06/00
EDV-L

Agurke

DaimlerChrysler AG

Eschbach

11.08.2003

Verfahren zur Regulierung des Kühlmittelflusses mit einem
Heizungsabsperrventil

Die Erfindung betrifft die Regulierung des Kühlmittelflusses mit einem Heizungsabsperrventil, insbesondere für eine Kühlanlage in einem Kraftfahrzeug. Mit dem Heizungsabsperrventil wird in den Kühlmittelkanälen des Motorblocks im Zusammenwirken mit einem Dreiwegethermostaten während der Warmlaufphase des Verbrennungsmotors stehendes Kühlmittel bewirkt, so dass die Warmlaufphase des Verbrennungsmotors so kurz wie möglich ausfällt.

Die Erfindung geht aus von einem Stand der Technik, wie er beispielsweise aus der deutschen Patentanmeldung DE 100 12 197 A1 bekannt ist. Auch bei dieser Kühlanlage für einen Verbrennungsmotor wirken ein Absperrventil in der Kühlmittelleitung zwischen Motorblock und Heizungswärmetauscher und ein Dreiwegeventil zum Umschalten zwischen großem und kleinem Kühlmittelkreislauf zusammen, um die Aufwärmphase des Verbrennungsmotors möglichst zu verkürzen. Allerdings wird hierzu die Abwärme einer Klimaanlage genutzt, um bei noch kaltem Motor das Kühlmittel mit der Abwärme aus dem Heizungswärmetauscher der Klimaanlage zu erwärmen.

Die Kühlmittelaufwärmung aus der DE 100 12 197 A1 hat den Nachteil, dass sie nur im Zusammenhang mit einer Klimaanlage wirksam ist und dies auch nur dann, wenn die Umgebungsbedingungen so sind, dass eine Klimaanlage in nennenswertem Umfang

Abwärme auf Grund von Kühlleistung erzeugt. Dies ist beim Start eines Kraftfahrzeuges in der Regel dann der Fall, wenn das Fahrzeug im Sommer in der Sonne gestanden hat. Bei warmen Umgebungstemperaturen ist jedoch die Warmlaufphase eines

5 Verbrennungsmotors nicht all zu lang, so dass im Sommer das Einhalten von Emissionsgrenzwerten keine Probleme macht. Diese Probleme treten verschärft bei kalten Umgebungstemperaturen auf, wie sie in der nördlichen Hemisphäre im Winter anzutreffen an. Dann produziert die Klimaanlage aber auch keine

10 Abwärme, so dass die vorgenannte Aufwärmung des Kühlmittels genau dann nicht einsatzfähig ist, wenn sie am meisten gebraucht wird.

Aus der DE 44 32 292 A1 ist ein Kühlsystem für einen Verbrennungsmotor in einem Kraftfahrzeug bekannt, bei dem der Kühlmittelfluss durch einen Heizungswärmetauscher reguliert wird, um das Warmlaufen des Verbrennungsmotors zu unterstützen. Allerdings wird hierzu eine sehr aufwendige Verteilereinrichtung mit insgesamt 6 Ventilen vorgeschlagen. Die aufwendige

15 Verteilereinrichtung ist notwendig, da die Kühlmittelpumpe permanent betrieben wird und so der Kühlmitteldurchfluss durch den Heizungswärmetauscher als Bypass für den abgeschalteten Kühlmittelkühler benötigt wird. Dreiwegeventilen oder Dreiwegeventile werden nicht eingesetzt. Die DE 44 32 292

20 A1 ist daher kein gattungsbildender Stand der Technik für die hier beanspruchte Erfindung.

Aus dem vorbekannten Stand der Technik sind mehrere Vorgehensweisen bekannt, um die Warmlaufphase eines Verbrennungsmotors möglichst zu verkürzen. Jedoch hat man bisher stets im Motorblock einen permanenten Kühlmittelfluss auch während der Warmlaufphase des Verbrennungsmotors aufrecht erhalten. Hierzu wurden Ventile zur Regulierung des Kühlmittelflusses durch die Heizungswärmetauscher eingesetzt.

30

Erfindungsgemäße Aufgabe ist es daher, die Steuerung des Kühlmittelflusses durch die Heizungswärmetauscher weiter zu verbessern, um die Warmlaufphase eines Verbrennungsmotors
5 weiter verkürzen zu können.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 1. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen und in der Beschreibung der Ausführungsbeispiele beschrieben.
10

Die Lösung gelingt hauptsächlich durch eine entsprechende Ansteuerung der Ventile im Dreiwegethermostaten und im Heizungsabsperrventil. Die Ventilstellung in der Kühlanlage wird
15 hierbei, so gewählt, dass während der Warmlaufphase des Motors, bis dieser seine Betriebstemperatur erreicht hat, das Kühlmittel in den Kühlkanälen zum Stehen gebracht wird, bis die Kühlmitteltemperatur einen vorgegebenen Referenzwert überschreitet.

20 In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung, kann das Heizungsabsperrventil, wenn die Kühlmitteltemperatur eine Vorlaufschwelle überschritten hat, kurzzeitig geöffnet werden, um eine Umströmung der Wachspille im Dreiwegethermostaten mit vorgewärmtem Kühlmittel zu ermöglichen. Danach wird
25 bis zum Erreichen der Betriebsschwelle der Kühlmittelfluss in den Kühlkanälen des Verbrennungsmotors wieder unterbunden. Mit dem kurzzeitigen Öffnen wird der Dreiwegethermostat auf die kurz bevorstehende Inbetriebnahme als Thermostat zur Einregelung der Kühlmitteltemperatur vorbereitet.
30

In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird ein Überlastschutz zur Verhinderung lokaler Überhitzungen im Verbrennungsmotor während der Warmlaufphase reali-

siert. Hierzu wird abhängig von den Motorkenngrößen, insbesondere in Abhängigkeit von dem anliegenden Lastdrehmoment und der aktuellen Motordrehzahl, eine zu erwartende Kühlmittelsolltemperatur errechnet. Liegt die tatsächliche Kühlmittelsolltemperatur bei stehendem Kühlmittel, d.h. bei abgesperrten Kühlmittelkanälen, im Verbrennungsmotor trotz hoher anliegender Last unterhalb der zu erwartenden Solltemperatur, so ist das ein Hinweis auf eine Grenzschichtbildung in den Kühlkanälen, die einen Wärmeübergang bei stehendem Kühlmittel verhindert. Dann droht die Gefahr einer Überhitzung des Verbrennungsmotors. In diesem Fall wird der Kühlmittelfluss in den Kühlmittelkanälen in Gang gesetzt, auch wenn die Kühlmitteltemperatur noch nicht die Öffnungstemperatur für die Absperrventile erreicht hat. Alternativ zum Öffnen des Heizungsabsperrventils kann auch die Wachspille im Dreiwegethermostaten bestromt werden, um einen Überhitzungsschutz zu realisieren.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand von Figuren näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 Ein Schema einer Kühlanlage mit den wichtigsten Einflussparametern zur Ansteuerung des Heizungsabsperrventils,

Fig. 2 Eine Vorlaufsteuerung für die Vorwärmung eines Dreiwegethermostaten im Kühlkreislauf,

Fig. 3 Ein Verfahren zum Überlastschutz bei stehendem Kühlmittel in den Kühlkanälen des Verbrennungsmotors,

Fig. 4 Eine Blockdarstellung zur prinzipiellen Einbindung der Erfindung in ein Kraftfahrzeug mit Klimaanlage.

Figur 1 zeigt schematisch ein typisches Kühlsystem für einen Sechszylinder-Verbrennungsmotor 1. Neben dem Verbrennungsmotor sind in das Kühlsystem ein Fahrzeugkühler 2 und ein Heizungswärmetauscher 3 integriert. Die Kühlleistung des Fahrzeugkühlers kann mit einem elektrisch angetriebenen Lüfter 4 beeinflusst werden. Zur Regulierung der Lüfterleistung wird der elektrische Motor des Lüfters mit einem Steuergerät 5 geregelt. Aus dem Fahrzeugkühler wird mittels der Vorlaufleitung 6 gekühltes Kühlmittel entnommen und mit der Kühlmittelpumpe 7 in die Kühlleitungen 8 zur Speisung der nicht näher dargestellten Kühlkanäle für die Verbrennungszyylinder 9 eingespeist. Von den Verbrennungszyindern 9 wird das erhitzte Kühlmittel über Rückleitungen 10 zu einem Drei-Wege-Thermostaten 11 geführt. Je nach Stellung der Ventile in dem Drei-Wege-Thermostaten 11 gelangt das Kühlmittel aus dem Verbrennungsmotor über den Kühlerrücklauf 12 wieder zurück in den Fahrzeugkühler oder über den Kühlerkurzschluss 13 und die Kühlmittelpumpe 7 wieder zurück in die Kühlleitungen 8 des Verbrennungsmotors.

Je nach Stellung der Ventile im Drei-Wege-Thermostaten 11 kann das Kühlsystem hierbei in an sich bekannter Weise im Kurzschlussbetrieb, im Mischbetrieb, oder im großen Kühlkreislauf gefahren werden. Der Heizungswärmetauscher 3 ist über ein temperaturgesteuertes Absperrventil 14 an den Hochtemperaturzweig des Kühlsystems im Verbrennungsmotor angeschlossen. Der Durchsatz nach Öffnen des Absperrventils 14 durch den Heizungswärmetauscher kann zur Regulierung der Heizleistung mit einer zusätzlichen elektrischen Kühlmittelpumpe 15 und einem getakteten Absperrventil 16 reguliert werden.

Die Ansteuerung der Betätigungselemente an den Ventilen des Drei-Wegethermostaten 11 wird hierbei von dem Steuergerät 5

eingestellt. In dem Steuergerät ist ein logisches Bauelement Logik in Form einer mikroelektronischen Recheneinheit enthalten. Vorzugsweise wird das Steuergerät durch das Steuergerät der Motorelektronik gebildet. In dem logischen Bauelement sind die in den Figuren 2 und 3 skizzierten Steuerungsalgorithmen in Form von Softwareprogrammen implementiert. Die wichtigsten Betriebsdaten für die Adaption der Regelparameter sind hierbei: die Kühlwassertemperatur, die Kühlmittel-Soll-Temperatur, ein Fehlererkennungssignal Failsafe, das aktuell am Verbrennungsmotor anliegende Drehmoment sowie verschiedene Referenzwerte Ref2Min, Ref2Max, Ref3, Ref1a, Ref1bn, die für die Entscheidungsprozesse, wie sie im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 noch erörtert werden Bedeutung haben. Letztendlich wird in Abhängigkeit der Entscheidungsrouinen in dem Steuergerät 5, mit dem Steuergerät das Absperrventil 14 geöffnet oder geschlossen. Damit der Verbrennungsmotor maximal schnell seine Betriebstemperatur erreicht, kann mit dem Heizungsabsperrventil 14 bei geeigneter Ventilstellung im Dreiwege-thermostaten 11 der Kühlmittelfluss in den Kühlkanälen des Verbrennungsmotors solange zum Stehen gebracht werden, bis eine Schwelltemperatur erreicht ist, bei der dann der Kühlmittelfluss in Gang gesetzt wird und damit der Verbrennungsmotor gekühlt wird. Durch das erfindungsgemäße Aussetzen der Kühlung während der Warmlaufphase des Verbrennungsmotors erreicht dieser schneller seine Betriebstemperatur.

Das Heizungsabsperrventil 14 bleibt hierbei zunächst solange geschlossen, bis die Kühlwassertemperatur mindestens einen Temperaturschwellwert übersteigt. Der entsprechende Entscheidungsalgorithmus ist in Figur 2 in vereinfachter Weise graphisch dargestellt. Der Entscheidungsalgorithmus ist als Softwareprogramm in dem Steuergerät 5 implementiert. Die mit einem Sensor S ermittelte Kühlwassertemperatur wird mit einem vorzugsweise programmtechnisch realisierten Größenvergleich

20 mit einem vorgegebenen und abgespeicherten Referenzwert Ref1a verglichen. Dieser Referenzwert ist hierbei ein motorspezifischer Temperaturreferenzwert, der die Betriebsschwelle für die Aktivierung des Kühlmittelflusses anzeigt. Übersteigt
5 die aktuelle Kühlwassertemperatur diese motorspezifische Betriebsschwelle wird mit einer nachgeordneten Logik in dem Steuergerät 5 das entsprechende Steuerungssignal zum Öffnen des Heizungsabsperrventils an dessen Aktoren gesandt und das Heizungsabsperrventil für den Betrieb der Fahrzeugheizung ge-
10 öffnet.

Der Betriebsschwelle kann vorteilhafter Weise eine zweite niedrigere Temperaturschwelle Ref1b als Vorlaufschwelle beigeordnet und programmtechnisch parallel geschaltet sein. Über-
15 schreitet die Kühlwassertemperatur die Vorlaufschwelle, kann das Heizungsabsperrventil kurzzeitig geöffnet werden, um im Dreiwege thermostat 11 ein Durchströmung der Wachspille mit bereits erwärmten Kühlwasser zu bewirken. Hierdurch wird der Dreiwege thermostat auf die bevorstehende Inbetriebnahme der
20 Kühlanlage vorbereitet. Zweckmäßigerweise wird man das Überschreiten der Kühlwassertemperatur mit einer programmtechnischen Vergleichsstufe 21 und das kurzzeitige Öffnen des Heizungsabsperrventils mit einer programmtechnischen Zeitsteuerung 22 vornehmen. Die beiden Programmschleifen zur Überwa-
25 chung der Betriebsschwelle und zur Überwachung der Vorlaufschwelle können alternativ mit einer Oderabfrage 23 der nachgeschalteten Prozesssteuerung zugeführt werden.

Stehendes Kühlwasser in den Kühlkanälen des Verbrennungsmotors birgt die Gefahr der lokalen Überhitzung im Verbrennungsmotor durch Grenzschichtbildungen, die sich bei stehen-
30 dem Kühlwasser von dem Temperatursensor weitgehend unbemerkt bilden können. Es ist deshalb vorteilhaft Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, mit denen lokale Überhitzungen rechtzeitig

vermieden werden können. Eine Möglichkeit hierfür zeigt das Ausführungsbeispiel der Figur 3.

Mit einem Temperatursensor S und zwei Vergleichsstufen 30, 31 wird überwacht, ob die Kühlwassertemperatur in einem Bereich zwischen einem oberen Referenzwert Ref2Max und einem unteren Referenzwert Ref2Min ist. Aus dem aktuellen Drehmoment oder besser dem aktuellen Drehmomentverlauf wird mit einem Motormodell die zu erwartende lastabhängige Kühlwassersolltemperatur TM_ECT berechnet. Diese Kühlwassersolltemperatur wird mit einer weiteren Vergleichsstufe 32 mit einem weiteren Referenzwert Ref3 als Überlastschutz verglichen. Liegt die aus der Motorbelastung berechnete Kühlwassertemperatur oberhalb eines Grenzwertes für den Überlastschutz oder liegt die berechnete Kühlwassertemperatur oberhalb der aktuellen Kühlwassertemperatur und ist zeitgleich die Kühlwassertemperatur in einem Temperaturbereich unterhalb der Betriebsschwelle der Kühlanlage, wird als Vorsichtsmaßnahme der Kühlmittelfluss in Gang gesetzt, um sicherheitshalber lokale Überhitzungen zu verhindern. Der Kühlmittelfluss wird bewirkt durch alternatives Öffnen des Heizungsabsperrventils 14 oder durch eine geeignete Ventilstellung im Dreiwegthermostaten 11. Das Ausführungsbeispiel der Figur 3 favorisiert das gleichzeitige Vorliegen zweier Bedingungen für das in Gang setzten des vorzeitigen Kühlmittelflusses, nämlich die Kühlwassertemperatur muss in einem bestimmten Temperaturintervall zwischen einem unteren Referenzwert Ref2Min und einem oberen Referenzwert Ref2Max liegen und die lastabhängige, berechnete Kühlwassersolltemperatur muss über einem Vergleichswert liegen. Programmtechnisch sind diese beiden Bedingungen mit einer AND-Abfrage 33 zusammengefasst. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass falls die Kühlwassertemperatur nicht in dem vorgegebenen Temperaturintervall liegt, die Berechnung einer lastabhängigen Kühlwassersolltemperatur unberücksichtigt bleibt

und unterbleiben kann. Hat der Motor seine Betriebstemperatur erreicht, kann daher mit der Abfrage des Temperaturintervalls der Überlastschutz und damit die Berechnung einer lastabhängigen Kühlwassersolltemperatur ausgeschaltet werden. Dies
5 entlastet die Rechenkapazität im Steuergerät 5.

In einer einfacheren Ausführungsform kann ein Überlastschutz auch durch einfachen Vergleich der berechneten, lastabhängigen Kühlwassersolltemperatur T_{M_ECT} mit einer Vergleichstemperatur, entweder der tatsächlichen Kühlwassertemperatur oder
10 mit einem Referenzwert Ref_3 erfolgen. Dann wird jedes mal, wenn die berechnete Kühlwassersolltemperatur über dem Vergleichswert liegt, der Kühlmittelfluss durch Öffnen der entsprechenden Ventile bewirkt.

15

Letztlich kann bei Vorliegen eines Fehlerkennungssignals Failsafe sicherheitshalber, der Kühlmittelfluss durch Öffnen des Heizungsabsperrventils und durch Betätigen der entsprechenden Ventile im Dreiwege thermostat sicherheitshalber in
20 Gang gesetzt werden. Ein Fehlererkennungssignal kann z.B. durch den Selbsttest des Steuergerätes erzeugt werden oder über Signalleitungen übertragen werden, falls andere Komponenten fehlerhaft arbeiten.

25

Figur 4 zeigt eine Blockdarstellung zur Einbindung der Entscheidungsprozesse aus Fig. 2 und Fig. 3 in ein Kraftfahrzeug mit Klimaanlage 41. Die Erfahrung zeigt, dass der Kundenwunsch des Kraftfahrzeugführers berücksichtigt werden muss. D.h. es muss eine Möglichkeit vorhanden sein, die Entscheidungsprozesse, wie sie in Figur 2 und Figur 3 dargestellt
30 sind, von Seiten des Kraftfahrzeugführers zu beeinflussen. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Kraftfahrzeugführer die Heizung in Gang setzen will, weil es ihm zu kalt ist. In diesem Fall würde nach entsprechender Betätigung des Heizungs-

reglers von der Klimaanlage 41 ein Signal für eine Heizungsanforderung an die Logik des Steuergerätes 5 gesandt werden. Mit einer übergeordneten Priorisierung 43, die ebenfalls als Softwaremodul im Steuergerät 5 verwirklicht ist, werden dann

5 die verschiedenen Anforderung zur Ansteuerung des Heizungsabsperrventils, die aus der Heizungsanforderung der Klimaanlage, der Ansteuerung des Absperrventils nach Fig. 2 oder der Ansteuerung des Absperrventils nach Fig. 3 gleichzeitig anliegen können, priorisiert. Die Priorisierung wird hierbei

10 insbesondere der Heizungsanforderung einen gewissen Vorzug einräumen. Diese Vorzugseinräumung erfolgt z.B. durch eine Zeitsteuerung, derart, dass nach Ablauf einer Mindestdauer von z.B. 2 Minuten seit Anliegen einer Heizungsanforderung, der Heizungsanforderung absolute Priorität eingeräumt wird

15 und das Heizungsabsperrventil unabhängig von übrigen Betriebsparametern auf alle Fälle geöffnet wird. Falls gewünscht kann natürlich der heizungsanforderung aus der Klimaanlage auch sofort bei Aufkommen der Heizungsanforderung immer und auf alle Fälle Priorität eingeräumt werden. Allerdings

20 würden bei der zuletzt genannten Alternative die Vorzüge der Entscheidungsverfahren nach Figur 2 und Figur 3 zumindest zum Teil zunichte gemacht.

DaimlerChrysler AG

Eschbach
11.08.2003Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Regulierung des Kühlmittelflusses aus den
Kühlkanälen eines Verbrennungsmotors(1) in einen Hei-
zungswärmetauscher (3) mit einem Absperrventil (14),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Kühlmittelfluss in den Heizungswärmetauscher (3)
10 mit dem Absperrventil (14) unterbrochen wird, wenn die
Temperatur des Kühlmittels unterhalb einer vorgegebenen
Referenztemperatur (Ref1a, Ref1b, Ref2Min) liegt, und da-
mit der Kühlmittelfluss in den Verbrennungskanälen zum
Erliegen kommt.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass nach Überschreiten einer ersten Referenztemperatur
(Ref1b) als Vorlaufschwelle das Absperrventil (14) kurz-
20 zeitig geöffnet wird, damit die Wachspille im Dreiwege-
thermostaten (11) vorgewärmt wird und danach das Absperr-
ventil wieder geschlossen wird, bis die Kühlmitteltempe-
ratur einen zweiten höheren Referenzwert (Ref1a) als Be-
triebsschwelle erreicht hat.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass wenn sich die Temperatur des Kühlmittels in einem

unteren Temperaturbereich zwischen einer unteren Referenztemperatur (Ref2Min) und einer oberen Referenztemperatur (Ref2Max) und gleichzeitig die lastabhängige, berechnete Kühlwassersolltemperatur einen dritten Referenzwert (Ref3) unterschreitet, der Kühlmittelfluss in den Kühlkanälen des Verbrennungsmotors durch entsprechendes Öffnen des Absperrventils (14) oder des betreffenden Ventils im Dreiwege thermostat (11) in Gang gesetzt wird.

- 10 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Kühlmittelfluss in Gang gesetzt wird, wenn die berechnete lastabhängige Kühlmittelsolltemperatur einen Vergleichswert übersteigt.
- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass im Fehlerfall der Kühlmittelfluss sicherheitshalber in gang gesetzt wird.

1/ 4

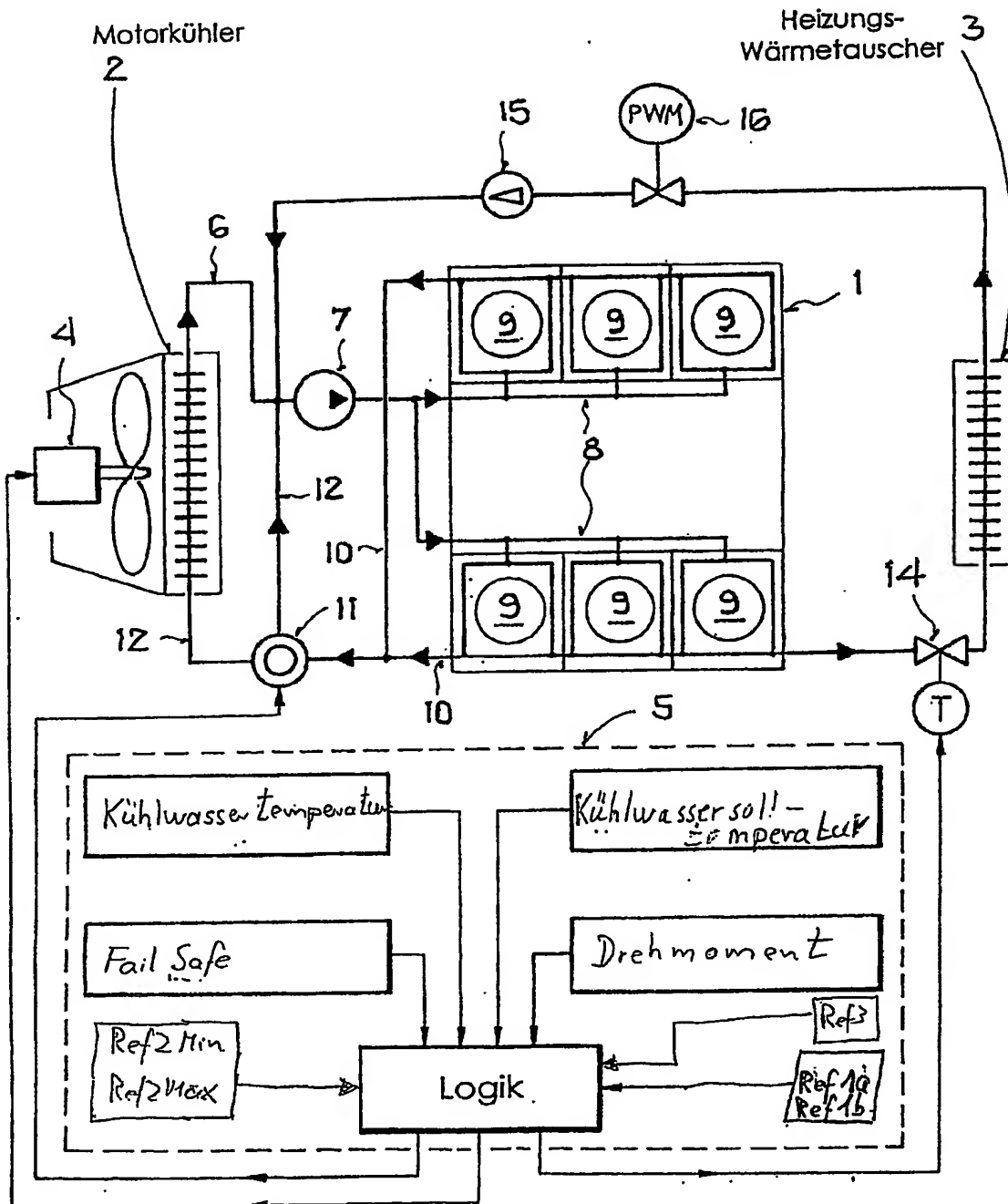


FIG. 1

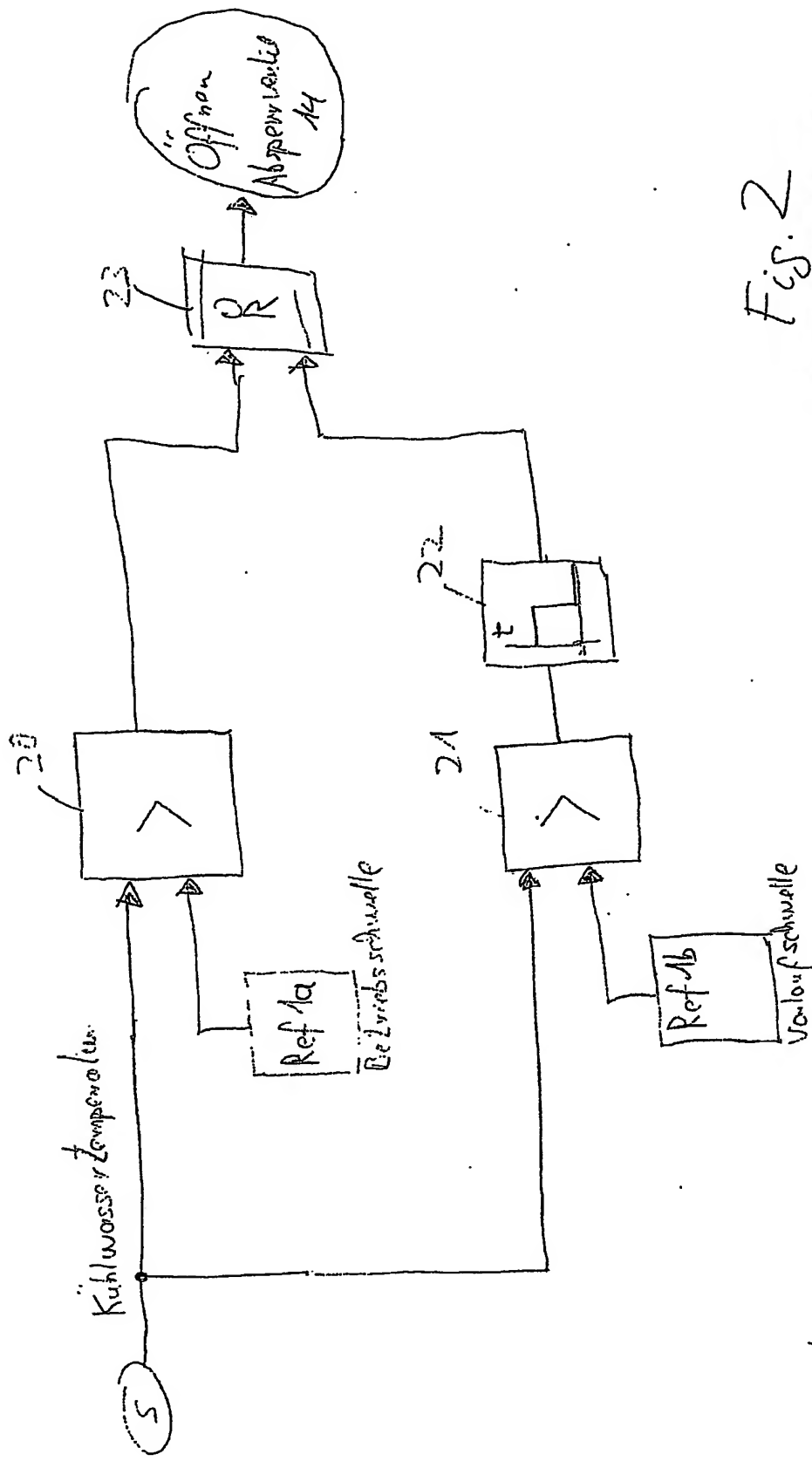


Fig. 2

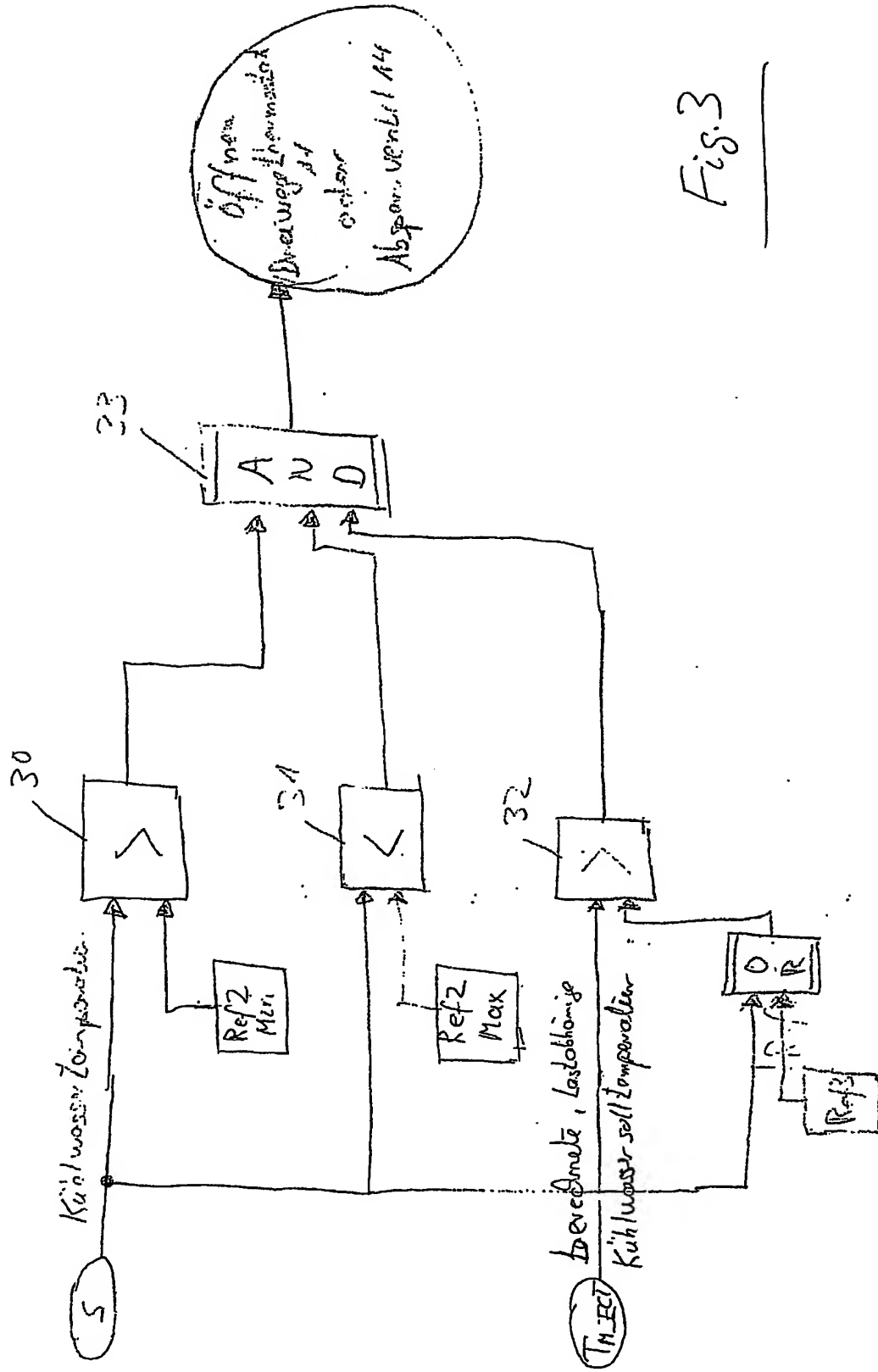


Fig.3

4/4

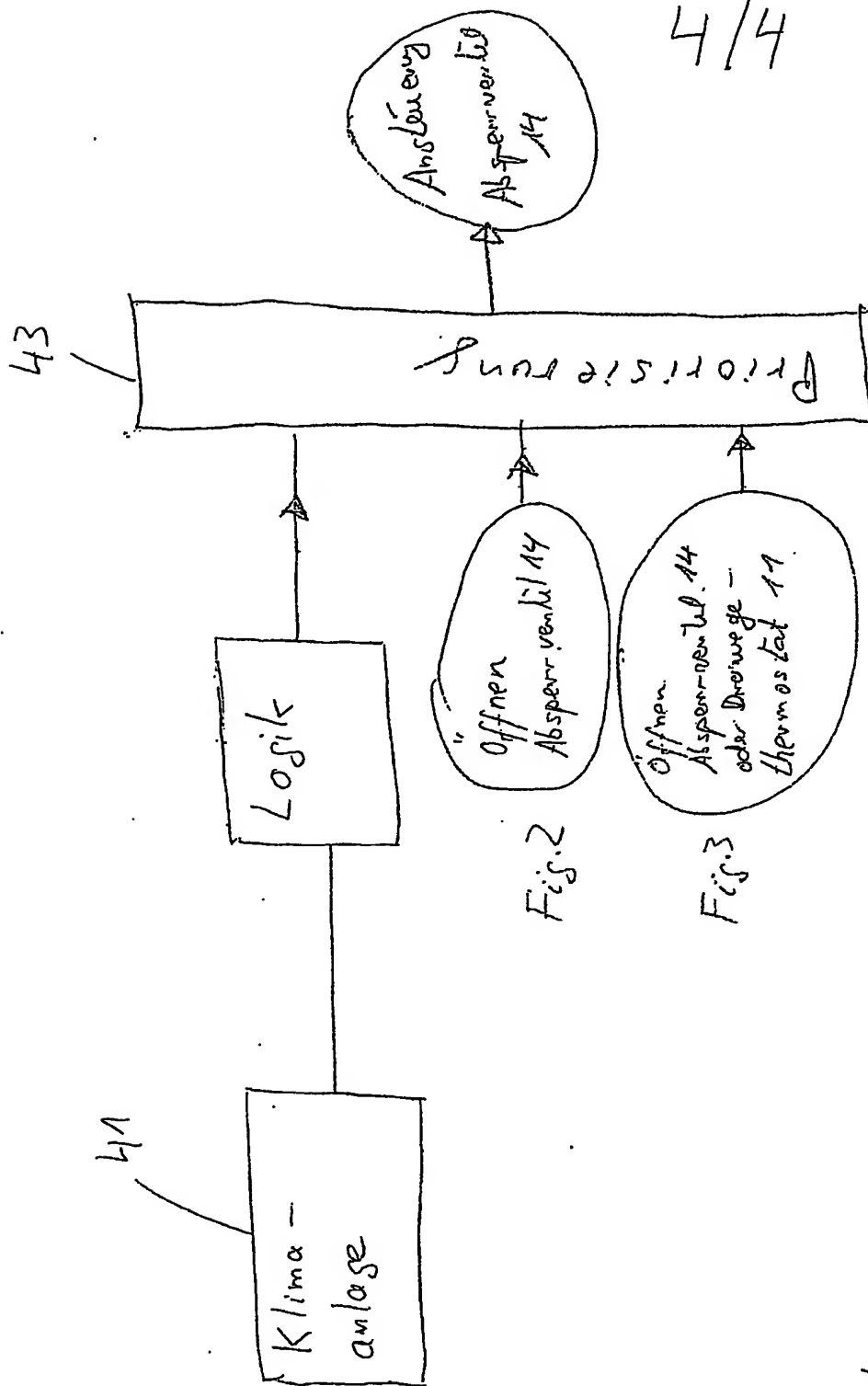


Fig. 4

DaimlerChrysler AG

Eschbach

11.08.2003

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung der Ventile im Dreiwege-thermostaten und im Heizungsabsperrventil einer Kühlanlage. Die Ventilstellung in der Kühlanlage wird hierbei, so gewählt, dass während der Warmlaufphase des Motors, bis dieser seine Betriebstemperatur erreicht hat, das
- 10 Kühlmittel in den Kühlkanälen zum Stehen gebracht wird, bis die Kühlmitteltemperatur einen vorgegebenen Referenzwert überschreitet.